



UNIVERSIDADE DA CORUÑA *Universidade*deVigo

## PROGRAMA OFICIAL DE POSTGRADO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA

### ***DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA MATERIA***

**Nombre de la materia:** Simulación Estadística

**Número de créditos ECTS:** 5

**Curso académico:** 2019/2020

**Profesorado:** Rubén Fernández Casal

### ***OBJETIVOS DE LA MATERIA***

Se pretende que el alumno adquiera destreza en la identificación de problemas reales que pueden ser resueltos mediante simulación y su resolución en la práctica. Para ello se tratará de que el alumno conozca el funcionamiento de los principales algoritmos de generación de números aleatorios uniformes, así como de métodos generales y específicos para simular distintas distribuciones de probabilidad (tanto discretas como continuas y en el caso uni o multidimensional). También se pretende que el alumno conozca las principales aplicaciones de la simulación (especialmente en inferencia estadística), las ventajas y limitaciones de esta metodología y algunas de las técnicas más utilizadas.

### ***CONTENIDOS DE LA MATERIA***

#### **1. Introducción.**

Conceptos de sistema real, modelo y definición de simulación. Experimentación real y simulación. Simulación necesaria e innecesaria. Ventajas e inconvenientes de la simulación. Contenidos de la asignatura.

2. **Generación de números pseudoaleatorios uniformes en (0,1).**  
Introducción. Propiedades deseables de un generador de números pseudoaleatorios uniformes. Métodos de los cuadrados medios y de Lehmer. Métodos congruenciales. Medidas estadísticas de calidad de un generador de números pseudoaleatorios.
3. **Análisis de los resultados de simulación.**  
Diagnóstico de la convergencia. Estimación de la precisión. Problemas de estabilización y dependencia.
4. **Métodos universales para la generación de variables continuas.**  
Método de inversión. Método de aceptación/ rechazo y sus variantes. Ejemplos de métodos específicos para generación de distribuciones continuas notables.
5. **Métodos universales para la generación de variables discretas.**  
Método de la transformación cuantil. Algoritmos basados en búsqueda secuencial. Métodos de truncamiento. Algoritmos basados en árboles binarios. Método de la tabla guía. Método de Alias. Ejemplos de métodos específicos para generación de distribuciones discretas notables.
6. **Simulación de distribuciones multidimensionales.**  
Método de las distribuciones condicionadas. Método de aceptación/rechazo. Simulación de datos dependientes: métodos basados en la factorización de la matriz de covarianzas y simulación basada en cópulas. Simulación discreta multivariante.
7. **Aplicaciones de la simulación.**  
Aplicaciones en inferencia estadística. Introducción al remuestreo Bootstrap. Integración Monte Carlo. Muestreo de importancia. Optimización Monte Carlo. Temple simulado. Algoritmos genéticos de optimización.
8. **Técnicas de reducción de la varianza.**  
Variables antitéticas. Números aleatorios comunes. Muestreo estratificado. Variables de control. Condicionamiento.
9. **Introducción a los métodos de cadenas de Markov Monte Carlo.**  
Muestreo de Gibbs. Algoritmo Metropolis Hastings. Diagnóstico de un algoritmo MCMC.

## ***BIBLIOGRAFÍA BÁSICA Y COMPLEMENTARIA***

### **Bibliografía básica**

- Cao, R. Introducción a la simulación y a la teoría de colas. NetBiblo. 2002.
- Gentle, J.E. Random number generation and Monte Carlo methods. Springer-Verlag. 2003.
- Jones, O. et al. Introduction to Scientific Programming and Simulation Using R. CRC. 2009
- Ripley, B.D. Stochastic Simulation. John Wiley & Sons. 1987.
- Robert, C.P. y G. Casella. Introducing Monte Carlo Methods with R. Springer. 2010.
- Ross, S. M. Simulation. Prentice Hall. 1999.

## **Bibliografía complementaria**

- Bratley, P. A guide to simulation. Springer-Verlag. 1990.
- Devroye, L. Non-uniform random variate generation. Springer-Verlag. 1986.
- Evans, M. y Swartz, T. Approximating integrals via Monte Carlo and deterministic methods. Oxford University Press. 2000.
- Hörmann, W. et al. Automatic Nonuniform Random Variate Generation. Springer. 2004.
- Moeschlin, O. et al. Experimental stochastic. Springer-Verlag. 1998.
- Pardo, L. y Valdés, T. Simulación. Aplicaciones prácticas a la empresa. Díaz de Santos. 1987.
- Robert, C.P. y G. Casella. Monte Carlo statistical methods. Springer. 2004.

## **COMPETENCIAS**

En esta materia se trabajarán las competencias básicas, generales y transversales recogidas en la memoria del título. Se indican a continuación cuáles son las competencias específicas, que se potenciarán en esta materia:

- E1 - Conocer, identificar, modelar, estudiar y resolver problemas complejos de estadística e investigación operativa, en un contexto científico, tecnológico o profesional, surgidos en aplicaciones reales.
- E3 - Adquirir conocimientos avanzados de los fundamentos teóricos subyacentes a las distintas metodologías de la estadística y la investigación operativa, que permitan su desarrollo profesional especializado.
- E4 - Adquirir las destrezas necesarias en el manejo teórico-práctico de la teoría de la probabilidad y las variables aleatorias que permitan su desarrollo profesional en el ámbito científico/académico, tecnológico o profesional especializado y multidisciplinar.
- E5 - Profundizar en los conocimientos en los fundamentos teórico-prácticos especializados del modelado y estudio de distintos tipos de relaciones de dependencia entre variables estadísticas.
- E6 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de distintas técnicas matemáticas, orientadas específicamente a la ayuda en la toma de decisiones, y desarrollar capacidad de reflexión para evaluar y decidir entre distintas perspectivas en contextos complejos.
- E8 - Adquirir conocimientos teórico-prácticos avanzados de las técnicas destinadas a la realización de inferencias y contrastes relativos a variables y parámetros de un modelo estadístico, y saber aplicarlos con autonomía suficiente un contexto científico, tecnológico o profesional.
- E9 - Conocer y saber aplicar con autonomía en contextos científicos, tecnológicos o profesionales, técnicas de aprendizaje automático y técnicas de análisis de datos de alta dimensión (big data).

E10 - Adquirir conocimientos avanzados sobre metodologías para la obtención y el tratamiento de datos desde distintas fuentes, como encuestas, internet, o entornos “en la nube”.

### ***METODOLOGÍA DOCENTE: ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE Y SU VALORACIÓN EN CRÉDITOS ECTS***

Aproximadamente la mitad de la docencia presencial se impartirá mediante exposiciones orales del profesor mientras que la otra mitad corresponderá a prácticas (empleando el paquete estadístico R), propuestas por el profesor.

La actividad presencial y el correspondiente trabajo personal del alumno para su preparación serán de 3.5 créditos ECTS (incluyendo el examen final). Los otros 1.5 créditos ECTS de la materia corresponden a realización de trabajos prácticos individuales durante el curso.

### ***CRITERIOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN***

La evaluación se realizará por medio de prácticas propuestas por el profesor (E1, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10) así como un examen escrito teórico-práctico (E1, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10) Para aprobar la materia será necesario superar las dos partes. La nota del examen escrito representará el 60% de la calificación global, mientras que el 40% restante corresponderá a las prácticas. La evaluación de dichas prácticas por el profesor será llevada a cabo durante las sesiones de prácticas y mediante trabajos individuales o en grupo.

### ***TIEMPO DE ESTUDIO Y DE TRABAJO PERSONAL QUE DEBE DEDICAR UN ESTUDIANTE PARA SUPERAR LA MATERIA***

Cada crédito ECTS se traduce en 7 horas de clase de tipo presencial. Se estima que el alumnado necesitará una hora para preparar el material correspondiente a cada hora presencial, previa a la propia clase. Posteriormente, precisará de hora y media para la comprensión global de los contenidos, incluyendo las actividades asociadas a ejercicios y otras tareas. En total resultarán 24.5 horas por crédito ECTS.

### ***RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIO DE LA MATERIA***

Se recomienda la asistencia a las clases y especialmente el seguimiento diario de las prácticas. Un prerequisite necesario es haber cursado al menos una materia de estadística básica en una titulación de grado precedente o la materia Estadística Aplicada del presente máster. Disponer de nociones generales sobre el paquete estadístico R facilitará el aprovechamiento de las clases y la realización de las prácticas.

### ***RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE***

Bibliografía, apuntes y ordenador. Uso del repositorio de material docente del máster.

### ***OBSERVACIONES***

El desarrollo de los contenidos de la materia se realizará teniendo en cuenta que las competencias a adquirir por el alumnado deben cumplir con el nivel MECES3. Además de adquirir conocimientos sobre las herramientas fundamentales de la simulación estadística, el alumnado deberá ser capaz de programar de manera autónoma distintos métodos.